

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARÍA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de tres variedades de  
tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)**

**Por:**

**FILOMENA ELIZABETH GONZÁLEZ ROBLERO**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre, 2012.**

TESIS DE FILOMENA ELIZABETH GONZALEZ ROBLERO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS DEL C. FILOMENA ELIZABETH GONZÁLEZ ROBLERO QUE SOMETE  
A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

APROBADA POR:


ASESOR PRINCIPAL

  
\_\_\_\_\_  
DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
ING. HORACIO ESCARCEGA ARTEAGA

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
M.C. JOSÉ CORTEZ AYALA


ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

  
\_\_\_\_\_  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

  
Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas  
Diciembre del 2012



TESIS DE FILOMENA ELIZABETH GONZALEZ ROBLERO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**  
**“ANTONIO NARRO”**  
**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. FILOMENA ELIZABETH GONZÁLEZ ROBLERO QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

COMITÉ EXAMINADOR:

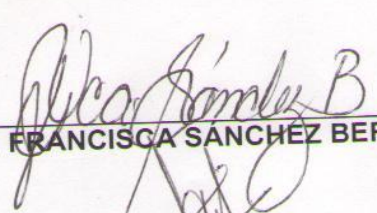
PRESIDENTE

  
DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL

  
M.C. JOSÉ CORTEZ AYALA


VOCAL

  
M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL

  
DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

  
DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
  
Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2012

## **DEDICATORIA**

### **A Dios y a la Virgen de Guadalupe:**

Gracias por darme la vida, por conducirme por el camino del bien gracias padre y madre por todas las cosas maravillosas que me regalaron y por permitirme la culminación satisfactoria de mi carrera.

### **A mis Padres:**

#### **Reynol González Velázquez y Felipa Roblero Pérez**

Gracias por su gran amor, por sus buenos consejos, por sus grandes deseos por la confianza que me brindaron, por guiarme por un buen camino, gracias papitos los amo.

### **A mis Hermanos:**

**Carmen, Senaida, Rosa, Estela, Antonia, Esperanza, Juanita, Oscar y Reynol**, gracias por todo su apoyo y comprensión que me han brindado para que yo haya hecho realidad mis sueños que serán de gran importancia en mi vida.

### **A mis Cuñados:**

**Herminio, Rosario, Leonardi, Manuel,** gracias por brindarme sus apoyos y comprensión

### **A mis Sobrinos**

**Érica, Deysi, Adilene, Damaris, Esmeralda, Belén, Daniel, Jaqueline, Esteban, Diego, Yuliza, Felipa, Yoselín, Diana y Yordi,** Con quienes he compartido momentos felices y a quienes agradezco la felicidad en mi familia.

### **A mis Amigos:**

**A Jairo, David, Edber, Gabriel, Pablo, Sarain, Eloísa, Isael, Fernando.** Por brindarme su amistad que fue muy valiosa para mí, por sus buenos consejos, en darme su apoyo en las cosas buenas y en las malas gracias por toda su amistad los quiero mucho.



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL**

Gracias por haberme brindado el conocimiento durante mi carrera y por permitirme ser parte de su historia y formarme como una persona de bien, la que se preocupa no solo por la superación personal si no por la propia institución, porque siempre mantenga vocación de enseñanza y formación de los alumnos, los cuales nos sentimos orgullosos de pertenecer a ella.

### **Al Dr. Pedro Cano**

Por su amistad y confianza que deposito en mí, por su apoyo incondicional en la revisión desinteresada de este proyecto hasta la culminación del mismo. Por darme la oportunidad de compartir sus conocimientos y experiencias.

### **Ing. Horacio Escárcega Arteaga**

A quien agradezco su tiempo, confianza y principalmente su ayuda incondicionalmente en la revisión del presente trabajo de investigación.

### **Dr. Esteban Fabela Chávez**

Por los consejos, el apoyo incondicional que me brindo durante todo el proceso de la siguiente investigación.

**M.C. José Cortez Ayala**

A quien le doy gracias por el apoyo incondicional que me brindo, desde el momento en que lo conocí ha sido una persona muy buena a quien deseó mucha salud y bienestar.

**M.C. Francisca Sánchez Bernal**

En la vida siempre se da gracias por conocer personas tan sinceras y tan amables, es por eso que le doy gracias por su amistad brindada, por el apoyo incondicional durante mi estancia en la universidad, GRACIAS por su AMISTAD.

## INDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	Iv
<b>DEDICATORIAS</b>	Vi
<b>INDICE DE CUADROS</b>	Xii
<b>ÍNDICE DE APÉNDICE</b>	Xiv
<b>RESUMEN</b>	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Hipótesis	3
1.3. Metas	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	4
2.1. Generalidades del Tomate	4
2.2. Clasificación taxonómica	4
2.3. Características Morfológicas	5
2.3.1 Indeterminados	5
2.3.2 Determinados	6
2.3.3 Semillas	6
2.3.4 Raíz	7
2.3.5 Tallo	8
2.3.6 Hoja	8
2.3.7 Flor	8
2.3.8 Fruto	9
2.3.9 Contenido nutricional	10
2.4 Labores culturales	10
2.4.1 Tutorado	10
2.4.2 Poda de formación	11
2.4.3 Poda de brotes axilares	11



2.4.4 Poda de hoja o deshojado	12
2.4.5 Poda de brote apical	12
2.4.6 Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos	13
2.4.7 Polinización	13
2.4.8 Fertilización	14
2.5 Generalidades de casa sombra	15
2.5.1 Casa sombra	15
2.6 Condiciones edafológicas para el cultivo	16
2.6.1 Temperatura	16
2.6.2 Humedad relativa	16
2.6.3 Luminosidad	16
2.6.4 Contenido de co2 en el aire	17
2.7 El injerto	17
2.7.1 Tipos de injertos utilizados en tomate	18
2.7.2 Injerto de aproximación	18
2.7.3 Proceso de unión	20
2.7.4 Propósito del injerto	21
2.7.4.1 Tolerancia a enfermedades	21
2.7.4.2 Incremento en el rendimiento en el cultivo de tomate	21
2.7.4.3 Efectos del injerto sobre el calibre del fruto	22
2.7.4.4 Exceso del vigor	22
2.8 Uso de injertos en México	22
2.9 Soluciones nutritivas	23

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	26
3.1. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera	26
3.2. Localización del experiment	26
3.3. Tipo y condiciones de la casa sombra	26
3.4 Híbridos y portainjertos	26
3.4.1 RAFAELLO	27
3.4.2 DONATELLO	27
3.4.3 ASITO-M001	27
3.4.4 MTR013	27
3.4.5 IRONMAN	28
3.4.6 TOP2010	28
3.5 Cosecha	28
3.6.Fertirriego	29
3.7 Diseño experimental	31
3.8 Variables evaluados	31
3.9 Análisis Estadístico	31
<b>IV RESULTADOS Y DISCUCIONES</b>	32
4.1 Fruto grande	32
4.2 Fruto mediano	33
4.3 Fruto chico	33
4.4 Rendimiento 5 <sup>to</sup>	34
4.5 Rendimiento 10 <sup>mo</sup>	35
4.6 Rendimiento 15 <sup>vo</sup>	36
4.7 Rendimiento total	36



4.8 Diámetro del tallo	36
4.9 Longitud de la hoja	37
4.10 Calidad de fruto	37
4.10.1 Diámetro polar	37
4.10.2 Diámetro ecuatorial	38
4.10.3 Sólidos soluble (° Brix)	38
<b>V CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
<b>VI LITERATURA CITADA</b>	<b>40</b>
<b>VII. APENDICE</b>	<b>45</b>

## INDICE DE CUADROS

---

<b>Cuadro 2.1</b>	Influencia de la temperatura sobre el tiempo de emergencia (jones, 1999).	7
<b>Cuadro 2.2</b>	Influencia de la temperatura sobre el tiempo de emergencia de la plántula de tomate (Jones, 1999).	10
<b>Cuadro 4.1</b>	Efecto del hibrido sobre la producción ton/ha en frutos grandes en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.	32
<b>Cuadro 4.2</b>	Efecto del hibrido sobre la producción ton/ha en frutos medianos en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.	33
<b>Cuadro 4.3</b>	Efecto del hibrido sobre la producción al10 <sup>MO</sup> corteton/ha en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.	35

- Cuadro 4.4** Efecto del híbrido sobre la producción al 15<sup>vo</sup> corte ton/ha en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012. 36
- Cuadro 4.5** Efecto del híbrido sobre la producción del rendimiento total ton/ha en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012. 37
- Cuadro 4.6** Efecto del híbrido sobre la producción del diámetro polar en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.
-

**INDICE DE APENDICE**

		<b>Descripción</b>	
<b>Cuadro 1A.</b>	Análisis de varianza para la variable numero de frutos grande de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.		46
<b>Cuadro 2A.</b>	Análisis de varianza para variable número de fruto mediano de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.UAAAN.UL.2012.		46
<b>Cuadro 3A.</b>	Análisis de varianza para la variable numero de frutos chicos de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.		47
<b>Cuadro 4A</b>	Análisis de varianza para variable en rendimiento al 5to corte de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012. . UAAAN.UL.2012.		47
<b>Cuadro 5A</b>	Análisis de varianza para variable en rendimiento al 10mo corte de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012. UAAAN.UL.2012.		48
<b>Cuadro 6A</b>	Análisis de varianza para variable en rendimiento al 15to corte de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012. UAAAN.UL.2012.		48
<b>Cuadro 7A</b>	Análisis de varianza para variable en rendimiento total de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012. sombra.UAAAN.UL.2012.		49



<b>Cuadro 8A</b>	Análisis de varianza para variable de diámetro de tallo de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.	49
<b>Cuadro 9A</b>	Análisis de varianza para variable longitud de hoja de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.	50
<b>Cuadro 10A</b>	Análisis de varianza para variable diámetro polar de fruto de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.	50
<b>Cuadro 11A</b>	Análisis de varianza para variable diámetro ecuatorial de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.	51
<b>Cuadro 12A</b>	Análisis de varianza para variable Solidos solubles (° Brix)de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.	51

---

## RESUMEN

El cultivo bajo condiciones protegidas ha permitido obtener producciones de primera calidad y de mayor rendimiento.

En el experimento realizado tuvo como objetivo evaluar tres variedades con tres porta-injertos de aproximación en el cultivo de tomate en casa sombra para comparar el rendimiento y calidad de las variedades con los porta-injertos.

La plantación se realizó entre planta 40 cm, y teniendo así 1.80 cm entre surco, las variedades evaluados fueron: RAFAELLO, DOTANELLO Y ASITOM001 en suelo, durante el ciclo Primavera-Verano 2011 en la empresa AGRODESERT. La siembra se llevó a cabo en abril mientras que el trasplante en mayo. Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño aumentado completamente al azar

El presente experimento tuvo como objetivo evaluar tres híbridos con tres diferentes portainjertos, usando el injerto de aproximación en el cultivo de tomate en casa sombra para comparar rendimiento y calidad de los híbridos con los portainjertos.

El estudio fue realizado en el ejido el pilar, carretera la rosita-finisterre san Pedro, Coahuila, los tratamientos fueron distribuidos completamente al azar, identificando los tratamientos como híbrido como factor A: RAFAELLO, DONATELLO y ASITO-M001 y porta injerto B: MTR013, IRONMAN y TOP2010 y, los tratamientos evaluados fueron: rendimiento y calidad.

Se presentaron altas significancia en las variables fruto mediano, rendimiento al 10<sup>mo</sup>, rendimiento al 15<sup>vo</sup>, rendimiento total. Habiéndose realizado este experimento con factibilidad y buenos resultados.

Palabras claves. Portainjerto, híbrido, rendimiento y calidad.

## 1. INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente, es la hortaliza con mayor superficie de siembra en México (54,510.59 ha) en la cual se genera una producción aproximada de 2,277,791.43 ton siendo los estados de Sinaloa, Baja California, Jalisco, Tamaulipas los que generan la mayor producción (SAGARPA, 2010).

En México el tomate es la segunda especie hortícola más importante en cuanto a su superficie sembrada, en sistemas hidropónicos y bajo invernadero llegan a las 1,500 ha (Sandoval, 2005). Y se han reportado rendimientos entre 10 y 400 ton ha año bajo este sistema de producción (Caraveo, 1994). A pesar de cultivares en todos los estados de la República Mexicana, solo cinco concentran en promedio 74.2% de la producción, destacando Sinaloa como el principal productor, seguido Baja California, San Luis Potosí, Jalisco y Nayarit (Sánchez, 2001).

Actualmente se cuenta el cultivo de tomate en cultivares de hábito de crecimiento determinado e indeterminado específicos para invernadero (Sagarpa, 2002).

La técnica de injertar plantas y frutos, aunque milenaria, es relativamente reciente en México a niveles comerciales importantes en el cultivo de tomate.

Estimamos que en México se injertan actualmente del orden de 40 millones de plántulas de tomate al año. Los tipos de tomate en los que se practica esta

técnica son bola y saladette principalmente, para producción protegida (malla sombra e invernadero), y a menor escala en campo abierto.

Hace tan sólo cinco años, el uso de plántulas injertadas en forma comercial era mínimo en México.

La tecnología de casa sombras tiene ventajas en las regiones del trópico seco ó semi desérticas. Encuentra su justificación donde las temperaturas bajas no llegan a bajar de 1 °C. Sin embargo, puede funcionar bien en el trópico sub húmedo, salvando los riesgos de los excesos de humedad provocados por la lluvia (humedad relativa y los escurrimientos). En este caso se ocupa planificar un buen drenaje parcelario (vertical y horizontal) ó trabajar con un sistema hidropónico. Esta tecnología puede utilizarse temporalmente incluso en la estación de verano de las regiones frías (caso sierra de Sonora). La tecnología de casa sombras está avanzando fuertemente en la región Noroeste. Actualmente, ya existen muchos proyectos de producción de hortalizas en Sinaloa, Sonora, Baja California norte y Baja California sur. Se ubican sobre climas tan diversos como el cálido seco, cálido sub-húmedo, templado y mediterráneo.

## 1.1 OBJETIVOS

Producir tomate en casa sombra en el periodo de Primavera-Verano.

Evaluar el rendimiento y calidad de los tres porta-injerto MTR-013,IRONMAN Y TOP-2010 con tres diferentes variedades de

tomate RAFAELLO, DONATELLO, ASITOM001 bajo condiciones de casa sombra, con la finalidad de seleccionar los híbridos con más altos rendimientos.

## 1.2 HIPÓTESIS

Evaluar los tres porta-injertos y las tres variedades de tomate, y ver cual es superior en rendimiento y calidad bajo condiciones de casa sombra.

## 1.3 METAS

Obtener información en el presente trabajo acerca de las tres variedades de tomate y tres porta-injertos ya que esto nos servirá como guía para recomendaciones de investigación en cuanto a su rendimiento y calidad bajo condiciones de casa sombra.



## II REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del tomate

El tomate (*LycopersiconesculentumMill*), pertenece a la familia solanácea. Se cree que es originario de la faja costera de américa del sur, cerca de 30° latitud sur de línea ecuatorial. En la región andina de Perú, se encuentran, a lo largo y ancho, números parientes silvestres y cultivados del tomate, también en ecuador y bolívar, así como en la isla Galapagos. Estos parientes comestibles del tomate ocupan diversas condiciones ambientales basadas en la altitud y la latitud y presentan un amplio grupos de genes para el mejoramiento de la especie (Alcázar-Esquina, 1981)

El cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México. El nombre de tomate viene del lenguaje náhuatl de México y las variantes ha seguido al jitomate en su distribución por el mundo (Heiser, 1969).

### 2.2 Clasificación Taxonómica del Tomate

De acuerdo a Hunziker 1979 citado por Alcázar y Nuez (1995), la taxonomía generalmente aceptada es:

Nombre Científico: *LycopersiconesculentumMill*.

Clase: *Dicotiledónea*.

Orden: *Solanales (Personatae)*.

Familia: *Solanaceae*.

Subfamilia: *Solanoideae*.

Tribu: *Solaneae*.

Género: *Lycopersicon*.

Especie: *esculentum*

### **2.3 Características morfológicas.**

Es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semirrecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitadas en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Rick, 1978 citado por Chamorro, 2001).

En los trópicos, la planta es herbácea perenne, mientras que en las latitudes del norte crece anual. El habito del crecimiento de los diferentes cultivares presenta una gran variación, pero en la mayoría de los tipos comunes el tallo alcanza una longitud de 0.7 a 2 m y desarrolla vástagos múltiples que se originan en las axilas foliares (Gordon y Barden, 1992).

#### **2.3.1 Indeterminadas**

Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada tres hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada tres hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.

### **2.3.2 Determinadas**

Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.

### **2.3.3 Semilla**

La semilla del tomate es de forma lenticular con dimensiones aproximada de 5 x 4 x 2mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forman una yema apical, dos cotiledones, el hipocotíleo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable.

La aplicación exógena de reguladores del crecimiento, principalmente giberelinas y auxinas, estimula la germinación. Las raíces blancas indican buena sanidad y crecimiento, además de que la planta está en condiciones óptimas para el trasplante. La germinación también es sensible al pH, las turbas no tratadas presentan valores de pH muy ácidos que afectan la germinación de la semilla.

De acuerdo a (Bewley y Black, 1982), en la germinación puede distinguirse tres etapas a) Rápida absorción de agua por la semilla, que dura aproximadamente 12h; b) Periodo de reposo, que dura unas 35-40 h, durante la cual no se observa ningún cambio en la anatomía ni en la actividad metabólica de la semilla; c) Etapa de crecimiento, en la que la semilla comienza a absorber el

agua de nuevo y se inicia el crecimiento y la emergencia de la radícula. Por el micrópilo ingresa el agua para la germinación.

El proceso de germinación está muy influenciado por la temperatura; el rango optimo se encuentra entre 18 y 29.5°C, la temperatura mínima está entre 8 y 11°C (Picken et al., 1986) y la máxima es de 35°C (Jones, 1999). Sin embargo, estos valores pueden cambiar considerablemente de acuerdo a la variedad de tomate (Kemp, 1968).

**Cuadro 2.1** Influencia de la temperatura sobre el tiempo de emergencia de la plántula de tomate (Jones, 1999).

Influencia de la temperatura sobre el tiempo a emergencia (Jones, 1999)	Temperatura de sustrato	10	15	20	25	30	35
	Días de emergencia	43	14	8	6	6	9

### 2.3.4Raíz

Este se compone de una raíz principal de las que surgen raíces laterales que forman un conjunto de un radio de 1.5m la mayor parte del sistema radicular se ubica entre los 4 y 45cm de profundidad. (Santos, Torres *et al.* 2007)

### **2.3.5 Tallo**

El tallo típico del tomate tiene 2-4 cm. de diámetro en la base, dependiendo de la variedad y el genotipo y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de esta se encuentra el cortex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo. La capa cortical más interna es la endodermis. (Nuez, 2001).

### **2.3.6 Hoja**

La hoja del tomate está compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

### **2.3.7 Flor**

La flor del tomate es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de colores amarillos y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de  $135^\circ$ , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo

racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

### **2.3.8Fruto**

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona pedicular de unión al fruto.



### 2.3.9 Contenido Nutricional

**Cuadro 2.2** Composición nutricional del tomate. USDA (2000). CELALA, 2003

En 48 gr de parte comestible	Contenido
Calorías	35
Proteínas	1gr
Grasa total	5gr
Carbohidratos totales	7gr
Fibra dietética	1gr
Cenizas	0.6
Calcio	13gr
Fósforo	27mg
Hierro	40mg
El pH del jugo.	4.0-4.5
Vitamina A (alfa y beta caroteno)	1700IU
Ácido Ascórbico (vitamina C)	20.0

## 2.4 Labores Culturales

### 2.4.1 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (guiado, anudado o sujeto mediante anillas) y del otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1.8-2.4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va guiando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este

momento existen tres opciones: A) Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado "holandés" o "de perchas", que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción; B) Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad o C) Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado.

#### **2.4.2 Poda de formación**

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos.

#### **2.4.3 Poda de brotes axilares o destallados**

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben de ser

limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre.

#### **2.4.4 Poda de hojas o deshojado**

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo. Pérez y Castro (1999) citados por Bautista y Alvarado (2006) mencionan que de no hacer esta práctica, se genera un microambiente de alta humedad en la parte inferior, que por un lado, es propicio para el desarrollo del tizón tardío y *botritis* y, por otra parte, disminuye la penetración de luz, lo cual retarda la maduración de los frutos.

#### **2.4.5 Poda de brote apical**

Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta, por lo que el sistema de tutores no permite la conducción de la planta a más de diez racimos. Por tanto es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas arriba del último racimo floral (Pérez y Castro, 1999, citados por Bautista y Alvarado, 2006).

#### **2.4.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos**

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. Consiste en eliminar las flores y/o frutos de acuerdo al número de frutos por racimo previamente determinado, de lo cual lo más usual es dejar cinco frutos por racimo [para indeterminados tipo bola, pues Muñoz (2003) afirma que al aclarar frutos se sacrifica rendimiento pero se gana calidad, siendo muy redituable.

#### **2.4.7 Polinización**

Las variedades comerciales de jitomate a cielo abierto, las plantas se auto polinizan y no necesitan polinizadores. La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna es entre 13 y 24 °C y cuando la temperatura de día es de 15.5 °C a 32°C temperatura mas altas o más bajas, particularmente en la noche, provocan que en la noche las flores caigan sin tener fruto. En condiciones de invernadero la polinización se puede llevar a cabo con vibrador de mano; esto se hace varias veces, durante varios días para asegurar la polinización, de otra manera también se puede realizar con un bat y moviendo las rafias con las que se guían. La polinización biológica ha tomado relevancia, y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta semana después del trasplante. La especie comercial que se utiliza son los abejorros, a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea (Gil y Miranda, 2000 citados por Bautista y Alvarado, 2006).

#### 2.4.8 Fertilización

González (1996) menciona que el costo de la fertilización en tomate representa entre un 4.5 y un 5.5 del costo total del cultivo, lo que es bajo, considerando su impacto en el rendimiento y también menciona algunos pasos para una fertilización adecuada en tomate como: a) Fertilizar en base a rendimientos esperados y con un adecuado balance de nutrientes. Cuidar relaciones Ca/K, Ca/Mg y K/Mg; b) Balance de nitrógenos: Nítrico y amoniacal (ideal 50% y 50%) de nitrificación; c) Aplicar fuentes de potasio solubles y libres de calcio; d) Fertilización completa, con nutrimentos secundarios y micronutrientes; e) En su caso hacer análisis foliar, y también f) Parcializar la aplicación de nutrientes de acuerdo a época de uso en la planta.

Bautista (2006) mencionan que el cultivo de especies en invernaderos sobre sustratos inertes requiere un especial y preciso control del fertirriego. Esto se debe a que la capacidad de intercambio catiónico de estos medios de cultivos es muy baja. Esta situación se potencializa aún más cuando se cultiva en recipientes o macetas donde las raíces están confinadas en un volumen limitado.

Al tratar este tema no se puede dejar de mencionar el pH, ya que este índice determina considerablemente la movilidad de una serie de elementos, su asimilación por la planta, el crecimiento y desarrollo de las mismas; en general puede considerarse de 6.5 a 7.0 como un intervalo de valores normales. Sin embargo, cada cultivo tiene un intervalo de pH para su mejor desarrollo.

Así también otro aspecto de importancia es el monitoreo donde el uso de recipientes para el cultivo en invernadero permite la recolección de la solución nutritiva y su comparación con la solución nutritiva entrante. El monitoreo del volumen lixiviado, el pH, la CE y la concentración de nutrimentos en la solución lixiviada permite detectar si se están aplicando los fertilizantes y el agua en exceso o en deficiencia, por lo tanto permite ir corrigiendo el régimen de fertirriego.

## **2.5 GENERALIDADES DE LA CASA SOMBRA**

**2.5.1 Casas sombra.** De acuerdo con la norma mexicana NMX-E-255-CNCP-2008 sobre especificaciones para el diseño y construcción de invernaderos, una casa sombra es una estructura metálica cubierta con malla plástica, que permite la entrada del agua de lluvia al interior, empleada para el cultivo y/o protección de plantas, de los insectos, plagas y granizo, la cual optimiza la transmisión de radiación solar y algunas condiciones climatológicas para mejorar el entorno del cultivo y cuyas dimensiones posibilitan el trabajo de las personas en su interior. El uso de casa sombra en lugar de un invernadero tiene pros y contras. Las principales desventajas son el menor control sobre la humedad, frío y entrada de polvo. Por otro lado, requiere de una menor inversión y tiene buena ventilación natural. La lluvia es el peor enemigo de las casas sombra, debido a los daños fitopatológicos que se generan (Castellanos, 2009).

## **2.6 Condiciones Edafológicas para el Cultivo de Tomate**

### **2.6.1 Temperatura**

La temperatura optima para su crecimiento se encuentra en 25°C en el día y entre 15 y 18° C en la Noche. Por debajo de los 12°C se detiene el crecimiento y por encima de los 30-35°C también hay problemas, en este caso para la polinización ya que el polen se esteriliza y se presenta aborto floral (Rodríguez, et al., 2006).

### **2.6.2 Humedad Relativa**

La humedad relativa optima para el cultivo de tomate oscila entre 65-70%; dentro de este rango se favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción; ya que por ejemplo, si tenemos bajas condiciones de humedad relativa (- de 45%) la tasa de transpiración de la planta crece, lo que puede acarrear estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, afectando directamente la polinización especialmente en la base de fructificación cuando la actividad radicular es menor (Corpeño, 2004).

### **2.6.3 Luminosidad**

El tomate necesita de condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse negativamente afectados (Rodríguez, et al., 2006).

#### **2.6.4 Contenido del CO<sub>2</sub> en el aire.**

En condiciones de invernadero, el aire generalmente está más seco y en algunos casos la circulación no es correcta, a si que las plantas en invernaderos requieren más de CO<sub>2</sub>; de manera que a medida que se incrementa la luz, también se incrementa la demanda de CO<sub>2</sub>. Al recibir el CO<sub>2</sub> en una cantidad extra, las plantas responden sorprendentemente rápido en beneficio de la cosecha. La recomendación de CO<sub>2</sub> en el uso invernadero va de 800 a 1000 ppm en el ambiente (Samperio, 1999).

El CO<sub>2</sub> es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentador. Pero desgraciadamente, las necesidades de la planta de CO<sub>2</sub> y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40 000 m<sup>3</sup> de aire, es decir 14 m<sup>3</sup> ó 27 Kg. de CO<sub>2</sub> para una hora de fotosíntesis a 350 w/m<sup>2</sup>, sin ventilación. Se deben inyectar de 70 a 100 Kg. de CO<sub>2</sub> por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

#### **2.7 El injerto**

El injerto en plantas es la unión de una porción de tejido vegetal viviente de dos plantas distintas para que se desarrollen como una sola planta (Hartmann *et al.*, 2002).

En el ámbito comercial las especies hortícolas que se injertan son: melón, pepino, sandía, berenjena, tomate y pimiento (Lee, 1994; Hartmann *et al.*, 2002;



Lee y Oda, 2003). En hortalizas el propósito es reducir la infección causada por hongos y nematodos del suelo (Hartmann *et al.*, 2002, Lee, 2003; Bletsoset *al.*, 2003), pero a medida que se ha venido incrementando el uso de cultivos hortícolas injertados en el mundo, los objetivos a cumplir se han ido ampliando, entre ellos se citan: tolerancia a estrés por temperaturas (Ahnet *al.*, 1999; Rivero *et al.*, 2003<sup>a</sup>), tolerancia a salinidad ( Santa-Cruz *et al.*, 2001) y tolerancia a condiciones de sequía del suelo (Lee y Oda 2003). Adicionalmente se busca incrementar el vigor de la planta y aumentar el rendimiento (Chunget *al.*, 1997), conseguir una mayor absorción de nutrimentos y contenido mineral en la parte aérea (Ruiz *et al.*, 1997; Godoy *et al.*, 2009) y reducir el uso de plaguicidas (Lee 1994, Lee y Oda, 2003). El injerto simplifica y acorta los programas de mejoramiento genético (Oda, 1999).

El injerto en hortalizas se inicio en Corea y Japón alrededor de 1920, injertando sandia sobre porta injertos o patrones de calabaza (Lee, 2003). En europa, los horticultores holandeses practican esta técnica desde 1947 (Miguel, 1997).

### **2.7.1 Tipos de injertos utilizados en tomate**

Algunos tipos de injertos utilizados en plántulas de hortalizas son: ingles compuesto, ingles simple, aproximación y hendidura. Los dos últimos son los más comunes en plántulas de tomate.

### **2.7.2 Injerto de Aproximación**

Durante el periodo de prendimiento se mantienen los dos sistemas radicales (patrón y variedad), para ello se realizan los pasos siguientes:

1.- La variedad se siembra en bandejas, la pregerminación se realiza en cámara y se cultiva en invernadero a una temperatura entre 15-30°C.

2.- Posteriormente, a los 5-7 días se siembran los portainjertos en bandejas.

3.- Realizar el injerto cuando en el patrón aparezca el botón de la primera hoja verdadera y la variedad está desarrollada.

4.- Tomar con raíces la planta de patrón y variedad.

5.- Dejar o eliminar el brote del patrón, manteniendo siempre los cotiledones.

6.- Por debajo de los cotiledones del patrón se hace una incisión en diagonal hacia debajo de 1-1.5 cm. Hasta la mitad del tallo.

7.- En la zona de unión del injerto de la variedad se elimina la piel del tallo, luego se hace una incisión en diagonal de abajo hacia arriba que inicia 2 cm por debajo de los cotiledones.

8.- Se ensambla el patrón y la variedad y se sujeta la unión con pinza y cinta.

9.- El injerto se planta en bandejas con alveolos de mayor volumen, procurar que los tallos de ambas plantas queden algo separados para facilitar su corte posterior.

10.- Bajo tunelillos o cámaras de prendimiento mantener las plantas en condiciones de temperatura entre 25-30 °C y humedad relativa entre 80 a 90%.

11.- Airear o ventilar paulatinamente a partir de los 7 a 10 días.

12.- A los 14-16 días, por debajo del injerto cortar el tallo de la variedad. Si hubiere rebrotes del patrón eliminarlos.

13.- trasplantar a los 20-25 días del injerto.

### **2.7.3 Proceso de unión**

Para que el injerto tenga éxito debe haber una coincidencia de los tejidos próximos a la capa del *cambium* que produce un borde, producto de la cicatrización llamado callo (Hartmann *et al.*, 2002).

Se pone en contacto con los tejidos del porta injerto y de la variedad, de manera que las regiones del *cambium* coincidan y se mantengan estrechamente unidas mediante una pinza de silicón hasta lograr la cicatrización. Debe mantenerse unas condiciones de moderada temperatura, alta humedad relativa y baja radiación, que estimulen el prendimiento en las células recién puestas en contacto y de las circundantes (Lee, 1994; Oda, 1999). La conexión vascular en injertos compatibles se realiza en tres fases: 1) cohesión del patrón y la variedad, 2) proliferación del callo en la unión y 3) diferenciación y conexión vascular (Moore y Walter 1981; Jeffrey y Yeoman 1982)

El tomate y la berenjena son compatibles con una gama amplia de géneros y especies, mientras que el pimiento solo puede injertarse sobre plantas de su misma especie (Camacho y Fernández, 2009; Miguel, 1997).

#### **2.7.4 Propósitos del injerto**

##### **2.7.4.1 Tolerancia a enfermedades**

En los cultivos hortícolas, el principal objetivo del injerto es obtener resistencia a enfermedades producidas por hongos en el suelo. La variedad sensible a cultivar se injerta sobre una planta resistente a la enfermedad que se desea prevenir (Hartmann *et al.*, 2002). Se ha aceptado que el sistema radical sintetiza sustancias tolerantes al ataque de patógenos y estas se transportan a la parte aérea, a través del xilema (Bileset *al.*, 1989; Lee, 1994). Se admite que las características de susceptibilidad de la variedad sensible a la enfermedad no son traslocados al portainjerto (Oda, 1999). El porta injerto es el responsable de la tolerancia al patógeno en cuestión (Lee, 1994).

##### **2.7.4.2 Incremento en el rendimiento del cultivo**

Dieleman y Heuvelink (2005) mencionan un incremento en rendimiento de 5 a 15% por efecto de injertar el tomate, asumiendo un buen manejo y adecuada compatibilidad entre el porta-injerto y la variedad, en el caso de ciclos largos. El incremento en el rendimiento se debe a que los porta-injertos tienen vigorosos sistemas radicales y son capaces de absorber eficientemente agua y nutrimentos,

debido a que funcionan como las raíces de la variedad sin injertar; además, sirven como proveedores de hormonas endógenas (Kim *et al.*, 1999)-

El rendimiento está fuertemente correlacionado a un buen vigor de la planta y a la resistencia mostrada por el porta-injerto a ciertas enfermedades (Lee, 2003), así como también a la fortaleza de la nueva planta para tolerar ciclos largos de producción sin el detrimento que normalmente ocurre en el rendimiento en la planta no injertada.

#### **2.7.4.3 Efectos del injerto sobre el calibre del fruto**

El tamaño de los frutos, en hortalizas injertadas llega a incrementarse algunas veces, si se compara con frutos de plantas no injertadas. Sin embargo, también el color del fruto, espesor de la corteza y concentración de los sólidos solubles, pueden ser influenciados por el porta-injerto (Lee, 1994).

#### **2.7.4.4 Exceso de vigor**

El uso de porta injerto en hortalizas mejora el crecimiento y rendimiento de la parte aérea debido al vigor que éste provee (Lee y Oda, 2003). Las plantas injertadas sobre porta-injertos vigorosos, tienen un incremento en el área foliar, área foliar específica, longitud del tallo y biomasa (Asao *et al.*, 1999; Chung y Choi, 2002; Godoy *et al.*, 2009).

### **2.8 El uso de injerto en México**

En México, el injerto en tomate es usado en todos los invernaderos de alta tecnología y se empieza a usar en invernaderos de tecnología intermedia e incluso

en campo abierto a nivel masivo. En países donde es costosa la mano de obra, se ha desarrollado el injerto mecanizado, pero en México, dado el bajo costo de la mano de obra y su excelente desempeño el injerto no se ha mecanizado y se realiza con personal femenino, lográndose de 300 a 500 injerto por hora (Kubota *et al.*, 2008)

En México la técnica del injerto se empieza a desarrollar a nivel comercial en diferentes empresas agrícolas de tomate, principalmente en los estados de Sinaloa, Jalisco, Sonora, Colima, Estado de México, Baja california norte y Baja california sur, Guanajuato, Michoacán y San Luís Potosí.

## 2.9 SOLUCIONES NUTRITIVAS

La solución nutritiva es el conjunto de elementos nutritivos requerido por las plantas, disueltos en agua. En los sistemas hidropónicos a excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de soluciones nutritivas y en forma asimilables por las raíces de las plantas, por lo que se considera un prerrequisito la solubilidad de los iones esenciales en el agua. Se debe ajustar el pH de las solución de acuerdo a la necesidad de la especie a cultivar (Sánchez y Escalante, 2001).

Las principales fuentes de cada uno de los elementos nutrientes que forman parte de la solución nutritiva para la hidroponía son:

El nitrógeno, es absorbido por las plantas en forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y en forma de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) soluble en agua. Las fuentes principales son: nitrato de

potasio ( $\text{KNO}_3$ ), de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ), de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), sulfato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), fosfato mono amónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), fosfato di amónico ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ), urea ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ) y fosfo-nitrato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3\text{H}_2\text{PO}_4$ ).

El fósforo es asimilado por las plantas como ion fosfato ( $\text{PO}_4$ ) $\equiv$ . Las fuentes empleadas son: superfosfato de calcio simple y triple ( $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$ ), fosfato de amonio, fosfato monoamónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), fosforo diamónico, ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

Para el Potasio las fuentes principales son: nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), sulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) y cloruro de potasio ( $\text{KCl}$ ).

Las principales fuentes de calcio son: nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), superfosfato (simple y triple), sulfato de calcio (yeso) ( $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

El azufre es utilizado por las plantas en forma de sulfato ( $\text{SO}_4$ ) $\equiv$ , se encuentra en: sulfato de amonio y de potasio, superfosfato, sulfato de magnesio (sal de Epsom ( $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )), que proporciona el magnesio necesario.

El boro, zinc, manganeso, cobre, fierro, moliteno, entre otros son necesarios en dosis muy pequeñas, además pueden reaccionar con sales en el agua y su nivel en exceso puede ser toxico. Las fuentes empleadas son: bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) para el boro, el quelato de zin y las mezclas de zinc con nitrógeno como fuente del zinc, el sulfato ( $\text{MnSO}_4\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ),

cloruro ( $\text{MnCl} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) y quelatos de manganeso para el manganeso, el sulfato y cloruro de cobre para el cobre, el sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) y quelatos para el hierro. También hay fertilizantes comerciales que incluyen estos microelementos como el Peters S.T.E.A.M (Soluble Trace ElementMix) (Contreras, 2006).

De acuerdo con Steiner (1961, 1966, 1984) y De Rijck y Schrevens (1998), la composición química de una solución nutritiva está determinada por 1) Una relación cationica mutua. 2) Una relación anionica mutua. 3) La concentración iónica total, y 4) El pH.



## **III Materiales y Métodos**

### **3.1 Localización Geográfica y Clima de la Comarca Lagunera**

La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-calido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvias son de, mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992), citado por Morales (2006) agrega que la precipitación promedio en la región es de 220 mm con heladas de noviembre a marzo.

### **3.2 Localización del Experimento**

El experimento se estableció en la empresa AGRODESERT, localizado en el Km de la carretera Rosita-Finisterre, en el ejido la victoria, San Pedro, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera.

### **3.3 Tipo y Condiciones de Casa Sombra**

El experimento se realizo bajo la casa sombra número 6 de AGRODESERT. La estructura es cuadrada con sistema de ventilación natural, con estructura metálica, y cubierto de malla color blanco. La parte aérea era de doble forro esto porque es donde se sujetaban las rafias para el amarre de la planta de tomate ya que era indeterminado. El sistema de riego fue por goteo.

### 3.4 Híbridos y Porta-injertos

Se evaluaron tres porta-injertos con 3 diferentes híbridos de tomate de crecimiento indeterminado, usando injerto de aproximación, los porta-injertos fueron MTR-013, IRONMAN Y TOP-2010 y sus 3 híbridos fueron: RAFAELLO, DONATELLO Y ASITO-M001 dichos híbridos son de empresa AHERN INTERNATIONAL DE MEXICO, S.A. DE C.V., la cual los caracteriza de la siguiente manera

**3.4.1 RAFAELLO.** Planta de buen vigor con buena cobertura foliar, es precoz y muy productiva de frutos grandes y extra grandes con forma de corazón alargada. Este roma indeterminada permite obtener al agricultor incremento en su cosecha desde los primeros racimos por su precocidad y tamaño de fruto. Ha mostrado excelentes resultados bajo espacios protegidos.

**3.4.2 Donatello.** Planta vigorosa muy productiva, se ha observado buena adaptación tanto en malla sombra como en campo abierto. Frutos tipo oval muy uniformes en tamaño y forma, buen grosor de pared y firmeza, predomina el tamaño mediano a grande. Esta roma indeterminada es recomendado para mercado fresco.

**3.4.3 Asito-M001.** Planta de buen vigor con buena cobertura foliar, es precoz y muy productivo de frutos grandes y extra grandes con forma de corazón alargado. Esta roma indeterminado permite obtener al agricultor incremento en su cosecha desde los primeros racimos por su precocidad y tamaño de fruto. Ha mostrado excelentes resultados de producción en regiones del centro de México.

3.4.4. **MTR-013**. Es un porta-injerto desarrollado para el cultivo de tomate y así como para berenjena. Es especialmente bueno por su resistencia a la marchitez por verticillium y a cultivo continuo en berenjena.

Multi resistencia a virus, a nematodos, marchitez por fusarium raza 1 y 2 y por verticillium, así como resistencia a ToMV.

3.4.5 **IRONMAN**. Es un porta-injerto para tomates, híbrido interespecífico, planta fuerte. Específicamente desarrollada para el ambiente de invernadero pasivo en México, Ironman cuenta con excepcional germinación, gran balance en planta y un excelente paquete de enfermedades, su sistema radicular es fuerte para producción prolongada de tomate.

Además de ser constante en crecimiento ayuda a que los frutos sean mas uniformes en forma y tamaño.

3.4.6 **TOP2010**. En la escala de 1-5 de medición de vigor cuenta con nivel 4, este injerto trae importantes beneficios a la producción de tomate, brinda resistencia a enfermedades de suelo.

### 3.5 COSECHA

Esta actividad se realizó una vez por semana, cuando empezaba y cuando la producción se encontraba al 75% se asistía 3 veces a la semana, se cosecharon los frutos con maduración entre rojo y verde, cuando el fruto presentaba una coloración rosada o el 30% pero no más del 60 % de rojo en promedio, o también conocido como 1/3 y hasta 2/3 de coloración, mientras que

para la segunda, la cosecha de calidad, para la cual se dejaba que el fruto dos y tres de cada racimo superará el 60% de su coloración destinados a la determinación de calidad del fruto.

### 3.6 FERTIRIEGO

La solución nutritiva es el conjunto de elementos nutritivos requerido por las plantas, disueltos en agua. En los sistemas hidropónicos a excepción del carbono, oxígeno e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de soluciones nutritivas y en forma asimilables por las raíces de las plantas, por lo que se considera un prerrequisito la solubilidad de los iones esenciales en el agua. Se debe ajustar el pH de la solución de acuerdo a la necesidad de la especie a cultivar (Sánchez y Escalante, 2001).

Las principales fuentes de cada uno de los elementos nutrientes que forman parte de la solución nutritiva para la hidroponía son:

El nitrógeno, es absorbido por las plantas en forma de nitrato  $(\text{NO}_3)^-$  y en forma de amonio  $(\text{NH}_4)^+$  soluble en agua. Las fuentes principales son: nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ), de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), sulfato de amonio  $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ , fosfato mono amónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), fosfato di amónico  $((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)$ , urea  $((\text{NH}_2)_2\text{CO})$  y fosfo-nitrato de amonio  $((\text{NH}_4)_2\text{NO}_3\text{H}_2\text{PO}_4)$ .

El fósforo es asimilado por las plantas como ion fosfato  $(\text{PO}_4)^{\equiv}$ . Las fuentes empleadas son: superfosfato de calcio simple y triple ( $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$ ),

fosfato de amonio, fosfato monoamónico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), fosforo diamónico, ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

Para el Potasio las fuentes principales son: nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), sulfato de potasio ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) y cloruro de potasio ( $\text{KCl}$ ).

Las principales fuentes de calcio son: nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), superfosfato (simple y triple), sulfato de calcio (yeso) ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ).

El azufre es utilizado por las plantas en forma de sulfato ( $\text{SO}_4$ ), se encuentra en: sulfato de amonio y de potasio, superfosfato, sulfato de magnesio (sal de Epsom ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )), que proporciona el magnesio necesario.

El boro, zinc, manganeso, cobre, fierro, molibdeno, entre otros son necesarios en dosis muy pequeñas, además pueden reaccionar con sales en el agua y su nivel en exceso puede ser toxico. Las fuentes empleadas son: bórax ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) y ácido bórico ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) para el boro, el quelato de zinc y las mezclas de zinc con nitrógeno como fuente del zinc, el sulfato ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro ( $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) y quelatos de manganeso para el manganeso, el sulfato y cloruro de cobre para el cobre, el sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) y quelatos para el fierro. También hay fertilizantes comerciales que incluyen estos microelementos como el Peters S.T.E.A.M (Soluble Trace ElementMix) (Contreras, 2006).

De acuerdo con Steiner (1961, 1966,1984) y De Rijck y Schrevens (1998), la composición química de una solución nutritiva está determinada por 1) Una relación catiónica mutua. 2) Una relación anionica mutua. 3) La concentración iónica total, y 4) El pH.

### 3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2, identificando los híbridos: RAFAELLO, DONATELLO, ASITOM001y elporta-injerto MTR013, IRONMAN, TOP2010

### 3.8 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron numero de fruto chico/ha, numero de fruto mediano/ha, numero de fruto grande/ha, Rendimiento al 5<sup>to</sup> corte, rendimiento al 10<sup>mo</sup> corte, rendimiento al 15<sup>vo</sup> corte, rendimiento total, diámetro de tallo (en mm), longitud de hoja (en cm), diámetro ecuatorial, diámetro polar y solidos solubles (°brix).

### 3.9Análisis estadísticos

Se realizó el análisis de varianza para determinar presencia o ausencia de diferencias significativas entre porta-injerto, genotipos o interacción de ambos, cuando se encontraron tales diferencias se realizo una comparación de media por el método DMS al 5 %. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System* (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 Fruto grande

El análisis para esta variable no presentó significancia en portainjerto y presentó significancia entre híbridos (Apéndice 1A). Obteniendo una media general de 124.8 ton/ha y un coeficiente de variación de 18.24%. El híbrido de mayor rendimiento en frutos grandes fue el RAFAELLO con 151.04 ton/ha y es significativamente igual a DONATELLO pero diferente al ASITOM001 con 86.00 ton/ha. (Cuadro 4.1)

**Cuadro 4.1 Efecto del híbrido sobre la producción ton/ha en frutos grandes en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera.UAAAN-UL. 2012.**

<b>HIBRIDO</b>	<b>Media</b>	<b>Nivel de significancia</b>
RAFAELLO	151.04	A
DONATELLO	137.33	AB
ASITOM001	86.00	B
C.V=18.24	Media=124.8	

#### 4.2 Fruto mediano

El análisis de varianza no presento significancia en el portainjerto pero si presento significancia entre híbridos, siendo el DONATELLO con 66.5 ton/ha y RAFAELLO con 62.5 ton/ha igual entre sí y diferente al ASITOM001 (34.9 ton/ha). (Apéndice 2A). Obteniendo una media general de 54.6ton/ha y un coeficiente de variación de 16.85% en frutos medianos. (Cuadro 4.2)

**Cuadro 4.2 Efecto del hibrido sobre la producción ton/ha en frutos medianos en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.**

<b>HIBRIDO</b>	<b>Media</b>	<b>Nivel de significancia</b>
DONATELLO	66.518	A
RAFAELLO	62.518	A
ASITOM001	34.963	B
<b>c.v=16.85</b>	<b>Media=54.6</b>	

#### 4.3 Fruto chicos

El análisis de varianza no presento significancia en el porta injerto y el híbrido (Apéndice 3A). Obteniendo una media general de 47.7 y un coeficiente de variación de 17.9 en frutos chicos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.



#### 4.4 Rendimiento 5<sup>to</sup> corte

El análisis de varianza no presento significancia ni entre porta injertos, ni entre híbridos (Apéndice 4A). Obteniendo una media general de 37.5 ton/ha y un coeficiente variación 34.5%, estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.

#### 4.5 Rendimiento acumulado al 10<sup>o</sup> corte

El análisis de varianza no presento significancia en el portainjerto y si presento significancia entre híbridos(Apéndice 5A). Obteniendo una media general de 93.2ton/ha y un coeficiente variación 15.15%. Siendo el hibrido DONATELLO el más productor al 10<sup>mo</sup> con 110.44 ton/ha siendo igual estadísticamente al RAFAELLO con 103.4ton/ha pero diferente al ASITOM001 65.7 ton/ha es el que menos produjo. (Cuadro 4.3)

**Cuadro 4.3** Efecto del hibrido sobre la producción acumulada al 10<sup>o</sup> corte (ton/ha) en el cultivo de tomate, evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.

HIBRIDO	Media	Nivel de significancia
DONATELLO	110.44	A
RAFAELLO	103.41	A
ASITOM001	65.70	B
C.V= 15.15	Media= 93.2	

#### 4.6 Rendimiento acumulado al 15° Corte

El análisis de varianza no presento significancia en el porta injerto y presento significancia entre híbridos (Apéndice 6A). Obteniendo una media general de 136.8ton/ha y un coeficiente de variación 13.24%. Siendo el hibrido DONATELLO el más productor al 15<sup>vo</sup> corte con 159.63 siendo igual estadísticamente al RAFAELLO (156.74) pero diferente al ASITOM001 (94.15) ton/ha que es el que menos produjo. (Cuadro 4.4)

**Cuadro 4.4** Efecto del hibrido sobre la producción al15<sup>vo</sup> corteton/ha en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.

HIBRIDO	Media	Nivel de significancia
DONATELLO	159.63	A
RAFAELLO	156.74	A
ASITOM001	94.15	B
C.V= 13.24	Media= 136.8	

#### 4.7 Rendimiento total

El análisis de varianza no presento significancia en el porta injerto y presento significancia entre híbridos(Apéndice 7A). Obteniendo una media general de 187.8 ton/ha y un coeficiente de variación 11.44%.Siendo el hibrido RAFAELLO (216.59 ton/ha) estadísticamente igual al DONATELLO (211.18 ton/ha) y diferente al ASITOM001 (135.63). (Cuadro 4.5)

Para una producción exitosa se debe producir 200 toneladas por hectárea, por año, por lo que los híbridos RAFAELLO y DONATELLO, cumplen con el mínimo requerido, en cambio ASITOM001, no es recomendable (Cotter y Gómez, 1981).

**Cuadro 4.5** Efecto del hibrido sobre la producción del rendimiento total ton/ha en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.

HIBRIDO	Media	Nivel de significancia
RAFAELLO	216.59	A
DONATELLO	211.18	A
ASITOM001	135.63	B

C.V=11.44 Media= 187.8

#### 4.8 Diámetro del tallo (cm)

El análisis de varianza no presento significancia en el porta injerto y el híbrido (Apéndice 8A). Obteniendo una media general de 19.2cm y un coeficiente variación 8.6 estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.

#### 4.9 Longitud de la hoja (cm)

El análisis de varianza no presento significancia en el porta injerto y el híbrido (Apéndice 9A). Obteniendo una media general de 13.6cm y un coeficiente variación 13.72%. Estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.

#### 4.10 CALIDAD DE FRUTO

##### 4.10.1 Diámetro Polar (cm)

El análisis de varianza no presento significancia en el portainjerto y si entre híbridos presento significancia (Apéndice 10A), observando que Asitom01 y Rafaello son iguales entre si, a su vez Asitom 01 es diferente a Donatello . Obteniendo una media general de 7.9 cm y un coeficiente variación 4.68%. Estos resultados difieren a los obtenidos por (Lara, 2005) y (García, 2006. Quienes reportan 6.9 cm y 5.7 cm respectivamente, presentando estos híbridos diámetros mayores. (Cuadro 4.6).

**Cuadro 4.6** Efecto del hibrido sobre la producción del diámetro polar en el cultivo de tomate evaluados bajo condiciones de casa sombra. En el periodo julio-Nov. 2011 en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. 2012.

<b>HIBRIDO</b>	<b>Media</b>	<b>Nivel de significancia</b>
ASITOM001	8.3667	A
RAFAELLO	8.0667	AB
DONATELLO	7.3333	B

C.V= 4.68 Media= 7.9

#### **4.10.2 Diámetro ecuatorial (cm)**

El análisis de varianza no presento significancia en el porta injerto y entre híbridos (Apéndice 11A). Obteniendo una media general de 5.2 cm y un coeficiente de variación 6.14%.

#### **4.10.3 Sólidos solubles (° Brix)**

El análisis de varianza no presento significancia en el pota injerto y el híbrido (Apéndice 12A). Obteniendo una media general de 4.3% y coeficiente de variación 31.26% estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.

## **V.- CONCLUSIONES.**

De acuerdo a los resultados obtenidos de esta investigación, los híbridos RAFAELLO Y DONATELLO estadísticamente son iguales entre sí pero presentando diferencia en la variable diámetro polar.

Por lo tanto se recomienda el híbrido RAFAELLO Y DONATELLO que fueron los que mejor se comportaron en las variables de rendimiento y calidad de fruto.

Se sugiere seguir evaluando este trabajo.

## VI. LITERATURA CITADA

- Ahn, S.J., Y.J. Im., G.C. Chung, B.H. Cho y S.R. Suh. 1999. Physiological responses of grated-cucumber leaves and rootstock roots affected by low temperatura. *Sci. Hortic.* 81: 397-408.
- Alcázar-Esquinas, J.T. 1981 *Genetics Resources of Tomatoes and Wild Relatives*.Internacional Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Aung, L.H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Licopersiconesculentum* Mill. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 101: 358 360.
- Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en Invernadero. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. de México. pp. 3-16, 103-233
- Bewley, J. D. y M. Black, 1982. *Physiology and biochemistry of seed in relation to germination*. Vol. II. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag. Berlin.
- Bletsos, F., C. Thanassoulououlos y D. Roupakias. 2003. Effect of grafting on growth yield, and *Verticillium* wilt of eggplant. *Hortsci.* 38: 183-186
- Bouzo C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina.

Camacho, F. F. y E. J. Rodriguez. 2009. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plastic sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en almería.

Castellanos, J. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. 20 de noviembre. Celaya, Gto, México

Chung H.D. y Y.J. Choi. 2002. Growth on varying soil EC and selection of salt-tolerante rootstock of tomato. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43: 536-544.

Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate Acta Hort. 229. pp. 113- 123.

González, F. 1996. "Fertilización, éxito agronómico, éxito económico". En Revista Hortalizas, Frutas y Flores. México. Julio. pp. 17-20

Corpeño Boris. 2004, Manual del Cultivo de Tomate. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. Escalon San Salvador, El Salvador. Pp.6

Cotter. D.J., and Gomez, R.E. 1981. Cooperativeextensionervice. 400 H11 Pp. 4 u. New México, USA.

Godoy, H.H., J.Z. Castellanos, G. Alcántar V. M. Sandoval, J.J. Muñoz, 2009. Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca, extracción y diagnostico de nutrimentos en planta y suelo, en invernadero. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.



- Ferreira, C. C. 2002. El CO<sub>2</sub> elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T, Davies, Jr. y R.L. Geneve. 2002. *Planta propagation, principles and practices*. 7th ed. Prentice hall. N.J., USA. 880p.
- Heiser, C.J. 1969. Lave aples. In *Nightshades:TheParadoxican Plants*. Freeman. San Francisco CA, PP. 53-55
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166 pp. Brurin Israel.
- Jones, Jr. J. B. 1999. *Tomato plant cultura*. Ed. CRC Press. Florida, USA. 199p.
- Kemp, G. A. 1968 Low temperatura growth responses of the tomato. *Canadian Journal of plant Science* 48: 281-286.
- Kinet, J. M. 1977. Efect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato *Sci. Hort.* 6: 15-26.
- Kubota, C., M. A. McClure, B. N. Kokalis, M.G. Bausher y E. N. Roskopf. 2008. Vegetable grafting: History, use and current tecnology status in North America. *Hort. Sci.* 43: 1664-1669.
- Lee J. M. y M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort. Rev.* 28: 61-124.

- Lee, J.M. 1994. Cultivation of grafted vegetables I. current status, grafting methods, and benefits Hort. Sci. 29: 235-239.
- López, J., M. Dorais , N. Tremblay y A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pressure deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.
- Miguel, A. 1997. El injerto de hortalizas. Ed. Generalitat Valenciana, Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia, España. 88 p.
- Moore, R. y D.B. Walter. 1981. Studies of vegetative compatibility-incompatibility in higher plants. I. A structural study of a compatible autograft in *Sedum telephoides*. Am. J. Bot. 68: 820-830.
- Muñoz, J. J. 2003. "La producción de plántula en invernadero". En J. J. Muñoz y J. Z. Castellanos Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. pp. 187-225.
- Nuez, F. 2001. El cultivo del jitomate. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España
- Oda, M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Ext. Bull. Food y Fert. Tech. Center. 480:1-11.
- Picken, A. J. F., K. Stewart, D. Klapwijk. 1986. Germination and vegetative development. In: Atherton, J. G. y Rudich J. The tomato crop. A Scientific basis for improvement. Chapman and Hall. Londres.
- Rodríguez F.H, L.S. Muñoz y G.E. Alcorta. 2006. El Tomate Rojo Sistema Hidropónico. Editorial Trilla. Pp.50.

- Ruiz J., M. A. Belakbir, C. I. Lopez y L. Romero. 1997. Leaf- macronutrient content ad yield in grafted melón plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Scie. Hortic.* 71: 227-234.
- Sagarpa, 2002. Anuario estadístico de la producción agrícola de Estados Unidos Mexicanos. Volumen 1. Centro de estadísticas Agropecuarias. D.F. México.
- Sánchez, F. y Escalante, E. R. 2001. Hidroponía principios y métodos de cultivos. Tercera edición. U. A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 119-151
- Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Pp. 35, 38 y 45.
- Sánchez 2008. Diseño agronómico de los invernaderos en México y en el mundo. *In: Modulo II. Diseño agronómico y Manejo de invernaderos. Primer curso de especialización en horticultura protegida. Departamento de fitotecnia, UACH.*
- Sánchez C. F y Escalante R.E.R. 2001. Hidroponía, Principios y métodos de cultivos. UACH. 3ra. Edición. Imprenta UACH. PP 194.
- Sánchez, C.F. 2002. Producción Comercial de Jitomate en Hidroponía bajo invernadero. *In: VII curso internacional de sistemas de riego. Memorias Volumen II. En: UACH. Departamento de Irrigación p.III-287.*
- Steiner A.A. 1961. A Universal Method for preparing nutrient solutions of certain desired composition. *Plant soil.* 15: 134-154.
- Steiner A.A. 1966. The influence ofthe chemical compsoition of a nutrient solution on the production of tomato plants. *Plant soil.* 24: 434-466.
- Steiner A.A. 1984. The Universal Nutrient Solution. *En Proc 6th Int. Cong. SoillesCult. Pp. 633-649.*

## VII. APENDICE

**Cuadro 1A.** Análisis de varianza para la variable número de frutos grande de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	824.488311	412.244156	0.80	N/S
Híbrido	2	7052.577739	3526.288870	6.81	*
Error	4	2072.375561	518.093890		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>9949.441612</b>			
<b>C.V</b>		<b>18.24015</b>			
<b>Media</b>		<b>124.7889</b>			

**Cuadro 2A.** Análisis de varianza para variable número de fruto mediano de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	46.221298	23.110649	0.27	N/S
Híbrido	2	1771.026307	885.513154	10.43	**
Error	4	339.746291	84.936573		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>2156.993897</b>			
<b>C.V</b>		<b>16.85890</b>			
<b>Media</b>		<b>54.66612</b>			

**Cuadro 3A.** Análisis de varianza para la variable número de frutos chicos de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Suma de Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Portainjerto</b>	<b>2</b>	431.3987793	215.6993897	2.96	N/S
<b>Híbrido</b>	<b>2</b>	164.8691306	82.4345653	1.13	N/S
<b>Error</b>	<b>4</b>	291.8130937	72.9532734		
<b>Total</b>	<b>8</b>	888.0810035			
<b>C.V</b>		17.90501			
<b>Media</b>		47.70323			

**Cuadro 4A.** Análisis de varianza para variable en rendimiento al 5to corte de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012. UAAAN.UL.2012.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Suma de Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Portainjerto</b>	<b>2</b>	150.8227723	75.4113861	0.45	N/S
<b>Híbrido</b>	<b>2</b>	887.2031062	443.6015531	2.64	N/S
<b>Error</b>	<b>4</b>	672.996142	168.249036		
<b>Total</b>	<b>8</b>	1711.022020			
<b>C.V</b>		34.56146			
<b>Media</b>		37.53049			

**Cuadro 5A.** Análisis de varianza para variable en rendimiento al 10mo corte de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012. UAAAN.UL.2012.

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	940.359793	470.179897	2.36	N/S
Híbrido	2	3472.753589	1736.376795	8.71	**
Error	4	797.449071	199.362268		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>5210.562454</b>			
<b>C.V</b>		<b>15.15231</b>			
<b>Media</b>		<b>93.18425</b>			

**Cuadro 6A.** Análisis de varianza para variable en rendimiento al 15to corte de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012. UAAAN.UL.2012.

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	328.465310	164.232655	0.50	N/S
Híbrido	2	8213.838464	4106.919232	12.51	**
Error	4	1313.477159	328.369290		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>9855.780934</b>			
<b>C.V</b>		<b>13.24263</b>			
<b>Media</b>		<b>136.8381</b>			

**Cuadro 7A.** Análisis de varianza para variable en rendimiento total de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.

UAAAN.UL.2012. sombra.UAAAN.UL.2012.

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	686.64745	343.32372	0.74	N/S
Híbrido	2	12292.63755	6146.31877	13.29	**
Error	4	1849.30183	462.32546		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>14828.58683</b>			
<b>C.V</b>		<b>11.44925</b>			
<b>Media</b>		<b>187.8006</b>			

**Cuadro 8A.** Análisis de varianza para variable de diámetro de tallo de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.

UAAAN.UL.2012.

Fuente de Variación	G.L	Suma de Cuadrados	Suma de Medios	F Calculada	Significancia
Portainjerto	2	1.55555556	0.77777778	0.28	N/S
Híbrido	2	0.88888889	0.44444444	0.16	N/S
Error	4	11.11111111	2.77777778		
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>13.55555556</b>			
<b>C.V</b>		<b>8.670520</b>			
<b>Media</b>		<b>19.22222</b>			



**Cuadro 9A.** Análisis de varianza para variable longitud de hoja de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.  
 UAAAN.UL.2012.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Suma de Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Portainjerto</b>	<b>2</b>	0.88888889	0.44444444	0.13	N/S
<b>Híbrido</b>	<b>2</b>	1.10222222	0.55111111	0.16	N/S
<b>Error</b>	<b>4</b>	14.10444444	3.52611111		
<b>Total</b>	<b>8</b>	16.09555556			
<b>C.V</b>		13.72880			
<b>Media</b>		<b>13.67778</b>			

**Cuadro 10A.** Análisis de varianza para variable diámetro polar de fruto de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra.  
 UAAAN.UL.2012.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Suma de Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Portainjerto</b>	<b>2</b>	0.54888889	0.27444444	1.99	N/S
<b>Híbrido</b>	<b>2</b>	1.69555556	0.84777778	6.15	*
<b>Error</b>	<b>4</b>	0.55111111	0.13777778		
<b>Total</b>	<b>8</b>	2.79555556			
<b>C.V</b>		4.685356			
<b>Media</b>		7.922222			

**Cuadro 11A.**Análisis de varianza para variable diámetro ecuatorial de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Suma de Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Portainjerto</b>	<b>2</b>	0.20222222	0.10111111	0.97	N/S
<b>Híbrido</b>	<b>2</b>	0.72222222	0.36111111	3.46	N/S
<b>Error</b>	<b>4</b>	0.41777778	0.10444444		
<b>Total</b>	<b>8</b>	1.34222222			
<b>C.V</b>		6.149277			
<b>Media</b>		5.255556			

**Cuadro 12A.**Análisis de varianza para variable Solidos solubles (Grados Brix)de híbridos y porta injertos estudiados en suelo bajo condiciones de casa sombra. UAAAN.UL.2012.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Suma de Medios</b>	<b>F Calculada</b>	<b>Significancia</b>
<b>Portainjerto</b>	<b>2</b>	0.26000000	0.13000000	0.07	N/S
<b>Híbrido</b>	<b>2</b>	3.24666667	1.62333333	0.87	N/S
<b>Error</b>	<b>4</b>	7.45333333	1.86333333		
<b>Total</b>	<b>8</b>	10.96000000			
<b>C.V</b>		31.26045			
<b>Media</b>		4.366667			